

ESTUDO DE CASO EM PILARES DE UMA EDIFICAÇÃO COM PRESENÇA DE FISSURAS E INDÍCIOS DE CORROSÃO

Victor Hugo Dalosto de Oliveira¹

victordalosto@gmail.com

Debora Alves Bezerra de Medeiros²

debora11235@gmail.com

José Elde Fernandes De Borba Júnior³

jose.elde@hotmail.com

Luana Rangel Marques⁴

luanar22.marques@gmail.com

Sidney Luan Teixeira de nazaré⁵

sdnluan@gmail.com

ÁREA: PATOLOGIA

Resumo

Dentre os mecanismos de deterioração das estruturas de concreto armado, o de maior incidência na construção civil é a corrosão das armaduras, caracterizada por reações químicas de redução e oxidação. Neste sentido, o presente artigo qualifica-se em um estudo de caso de uma construção, localizada em Brasília/DF, cujos elementos estruturais de concreto armado apresentavam elevado grau de fissuração e indícios de ocorrência de corrosão das armaduras. Portanto, o objetivo do estudo consistiu em delimitar as regiões danificadas, bem como avaliar a evolução da corrosão das armaduras de quatro elementos estruturais (pilares), utilizando como base os ensaios de carbonatação e de potencial de corrosão normatizado pela ASTM C 876. Através da análise dos resultados, verificou-se que as regiões não fissuradas não se encontravam carbonatadas, enquanto as regiões fissuradas apresentavam uma profundidade de carbonatação no nível da armadura, e, portanto, precisavam ser recuperadas. Além disso, apenas um dos quatro pilares analisados não apresentou um estado ativo de corrosão nas armaduras, demonstrando que grande parte da estrutura necessita ser reabilitada.

Palavras-chave: Fissuras em pilares
Estudo de caso
Corrosão de armaduras

¹ Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Católica de Brasília

² Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Católica de Brasília

³ Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Católica de Brasília

⁴ Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Católica de Brasília

⁵ Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Católica de Brasília

ESTUDIO DE CASO EN PILARES DE UNA EDIFICACIÓN CON PRESENCIA DE FISURAS E INDICIOS DE CORROSIÓN.

Victor Hugo Dalosto de Oliveira¹
victordalosto@gmail.com

Debora Alves Bezerra de Medeiros²
deboral1235@gmail.com

José Elde Fernandes De Borba Júnior³
jose.elde@hotmail.com

Luana Rangel Marques⁴
luanar22.marques@gmail.com

Sidney Luan Teixeira de nazaré⁵
sdnluan@gmail.com

ÁREA: PATOLOGÍA

Resumo

Entre los mecanismos de deterioro de las estructuras de hormigón armado, el de mayor incidencia en la construcción civil es la corrosión de las armaduras, caracterizada por reacciones químicas de reducción y oxidación. De esta forma, el presente artículo se califica en un estudio de caso de una construcción, ubicada en Brasilia / DF, cuyos elementos estructurales de hormigón armado presentaban alto grado de fisuración e indicios de ocurrencia de corrosión de las armaduras. Por lo tanto, el objetivo del estudio consistió en delimitar las regiones dañadas, así como evaluar la evolución de la corrosión de las armaduras de cuatro elementos estructurales (pilares) por medio de los ensayos de carbonatación y de potencial de corrosión normalizado por la ASTM C876. A través del análisis de los resultados, se verificó que las regiones no fisuradas no se encontraban carbonatadas, mientras que las regiones fisuradas presentaban una profundidad de carbonatación en el nivel de la armadura, y por lo tanto necesitaban ser recuperadas. Además, sólo uno de los cuatro pilares analizados no presentó un estado activo de corrosión en las armaduras, demostrando gran parte de la estructura necesita ser rehabilitada.

Palavras-chave: Fisuración en pilares
Estudio de caso
Corrosión de armaduras

¹ Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Católica de Brasília

² Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Católica de Brasília

³ Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Católica de Brasília

⁴ Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Católica de Brasília

⁵ Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Católica de Brasília

Introdução

Conforme Mehta e Monteiro (1), a durabilidade de uma estrutura pode ser entendida como a sua capacidade de resistir aos mecanismos de deterioração. Sendo assim, quando esta função não é desempenhada de maneira apropriada, torna-se necessário reabilitar a construção.

Considerando que a corrosão é um dos principais mecanismos de deterioração das estruturas de concreto armado (2), é realizado, neste artigo, uma inspeção técnica em uma casa em que, os proprietários estavam preocupados com o nível de degradação dos pilares do estabelecimento, em razão da presença de fissuras e deslocamento do concreto, solicitando que fosse feita uma avaliação com relação ao aspecto estrutural.

A edificação se trata de uma casa, sustentada por apenas 4 pilares e um pilar parede, com o segundo andar suspenso através de elementos de tirantes. A casa está localizada na região do Lago Sul, Distrito Federal. O endereço exato e as fotos com as vistas da casa foram ocultados devido ao pedido de privacidade dos proprietários.

Dessa forma, no dia 21 de março de 2017, foi realizado uma inspeção técnica com o objetivo de avaliar os elementos estruturais do empreendimento. Foram realizadas uma inspeção visual, procedido dos ensaios de carbonatação e potencial de corrosão.

Metodologia de inspeção

Inicialmente, foi realizado uma inspeção visual da estrutura, onde foram identificadas e registradas as manifestações patológicas existentes.

Utilizando aspersão da solução de fenolftaleína, foi possível identificar a profundidade de carbonatação e a alteração do pH do concreto, na qual a região carbonatada é aquela que se encontra incolor após a aspersão da solução.

Através do ensaio de potencial de corrosão, normatizado pela ASTM C 876 (3), é possível se fazer uma análise qualitativa da integridade das armaduras. O ensaio é realizado utilizando um eletrodo de cobre-sulfato de cobre, conectado a armadura que se deseja analisar por meio de um voltímetro de alta impedância, obtendo-se, assim, leituras eletroquímicas que podem ser relacionadas com a probabilidade de corrosão conforme a Tabela 1.

Tabela 1: Critérios para avaliação de corrosão – ASTM C 876 – 2015

Leitura eletroquímica obtida (mV)	Probabilidade de corrosão
Mais negativo que -350	Maior que 90 %
Entre -200 e -350	Incerto
Mais positivo que -200	Menor que 10 %

Os ensaios foram realizados em três pilares da edificação e em dois pontos do pilar parede que envolve a escada, todos estes realizados nas faces externas da edificação. Além desses, foram realizadas 15 perfurações nas vigas do segundo pavimento, com o objetivo de avaliar o avanço da carbonatação.

Resultados

Encontra-se nesta seção os resultados da inspeção técnica realizada no estudo de caso. Os pontos de realização dos ensaios nos pilares do primeiro pavimento estão representados na Figura 1.

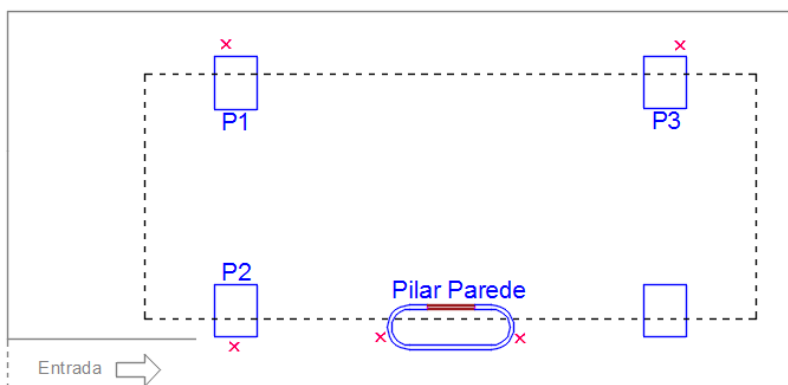


Figura 1: Croqui com os pontos de realização dos ensaios

Pilar 1

O pilar 1 possui dimensões de 121 x 149 cm, formado por barras longitudinais de 20 mm de diâmetro e cobrimento de 10 mm.

Foi encontrado através da aspersão de fenolftaleína que, a região carbonatada do concreto encontra-se com uma profundidade de 12 mm nas regiões fissuradas, e portanto, no nível das armaduras. Para as regiões sem fissuras, o avanço de carbonatação foi de apenas 2 mm.

Além disso, os resultados obtidos pelo ensaio do potencial de corrosão sugerem que há um estado ativo de corrosão das armaduras. As leituras eletroquímicas obtidas estão ilustradas na Figura 2.

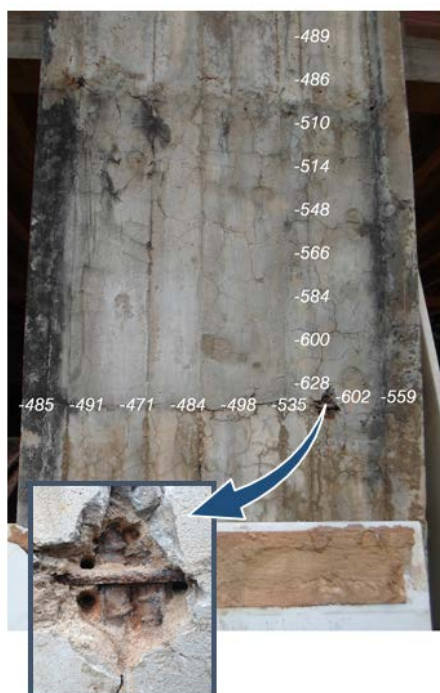


Figura 2: Leituras eletroquímicas obtidas com o eletrodo de cobre – sulfato de cobre

Pilar 2

Similar ao pilar 1, este possui dimensões de 121 x 149 cm e barras longitudinais de 20 mm de diâmetro. O cobrimento encontrado em campo foi de 8 mm.

Conforme a Figura 3, este pilar sofreu um intenso processo de corrosão em certas regiões, causando, inclusive, o desprendimento do concreto devido ao produto de caráter expansivo do fenômeno da corrosão.



Figura 3: Deslocamento do concreto

Os resultados encontrados com o ensaio do potencial de corrosão confirmam a existência de um estado ativo de corrosão das armaduras. As leituras obtidas encontram-se representadas na Figura 4.

Através da aspersão de fenolftaleína, foi verificado um avanço de carbonatação de 2 mm nas regiões em bom estado e 14,5 mm nas regiões fissuradas, esse último atingindo o nível das armaduras.



Figura 4: Leituras eletroquímicas obtidas com o eletrodo de cobre – sulfato de cobre

Pilar 3

Semelhantes aos pilares 1 e 2, este também possui dimensões de 121 x 149 cm, formado por barras longitudinais de 20 mm de diâmetro. Entretanto, para este pilar, foi encontrado um cobrimento de 2,4 cm.

Realizando o ensaio de carbonatação, verificou-se uma profundidade de carbonatação de 10 mm nas regiões em bom estado e de 25 mm nas regiões fissuradas.

As leituras eletroquímicas obtidas pelo ensaio do potencial de corrosão (Figura 5) sugerem que há um estado ativo de corrosão, entretanto, não foram encontradas, através de medições com paquímetro, perdas de seções das armaduras.



Figura 5: Leituras eletroquímicas obtidas com o eletrodo de cobre – sulfato de cobre

Pilar parede

O pilar parede que envolve a região da escada possui uma espessura de 22 cm e barras longitudinais de 8,5 cm. Foram analisadas duas faces opostas, sendo eles os pontos D e E, apresentando, respectivamente, 13,6 mm e 16,9 mm de cobrimento.

É importante ressaltar que, o pilar parede foi o único dos pilares analisados que não apresentou nenhuma fissura visível.

Através do ensaio de carbonatação, constatou-se que a profundidade carbonatada era de aproximadamente 1 mm e, portanto, não havia atingido o nível das armaduras.

Utilizando o ensaio de potencial de corrosão, verificou-se que a leitura mais eletronegativa era de -239 mV, indicando que as armaduras se encontram passivadas.

Vigas

As vigas da edificação não apresentavam qualquer tipo de fissura ou outro tipo de manifestação patológica. Dessa forma, com o objetivo de avaliar o avanço da carbonatação nas regiões internas do empreendimento, foram realizadas 15 perfurações, com uma furadeira broca Nº 10, nas vigas do segundo pavimento para a aspersão da solução de fenolftaleína.

Os resultados obtidos da profundidade de carbonatação encontram-se apresentados na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2: Avanço da carbonatação nas vigas do segundo pavimento

Ponto	Avanço da carbonatação
1	2 mm
2	2 mm
3	1 mm
4	2 mm
5	2 mm
6	1 mm
7	1 mm
8	8 mm
9	7 mm
10	1 mm
11	1 mm
12	1 mm
13	2 mm
14	2 mm
15	1 mm

Discussão

Foi constatado durante a inspeção, um grande número de fissuras nas faces dos pilares, principalmente nos de grandes dimensões e volume de concreto, indicando que estas foram originadas pela retração e tenham sido os facilitadores do início do processo corrosivo.

Através dos ensaios executados verificou-se que, nos pilares que possuíam regiões fissuradas, suas armaduras apresentaram um estado ativo de corrosão e uma profundidade de carbonatação no nível das armaduras longitudinais. Entretanto, as armaduras não sofreram qualquer perda de seção e o avanço da carbonatação nas regiões sem fissuras não atingiram as armaduras.

Dessa forma, pelo fato dos elementos estruturais se encontrarem comprometidos com relação a durabilidade, sugere-se o tratamento das regiões fissuradas por meio da limpeza e remoção dos óxidos, acompanhados de um tratamento de superfícies.

Conclusões

Conclui-se neste artigo que os pilares da edificação se encontram comprometidos com relação a durabilidade e, portanto, necessitam ser reabilitados. Sendo assim, foi sugerido a remoção do concreto nas regiões fissuradas, a limpeza das armaduras e reconstituição da seção de concreto.

Bibliografia

- (1) MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo, Pini, 1994.
- (2) BARBOSA, F. R.; CARVALHO, J.R.; COSTA e SILVA, A.J.; FRANCO, A.P.G.; MOTA, J.M.F. **Corrosão de armadura em estruturas de concreto armado devido ao ataque de íons cloreto**. 54º Congresso Brasileiro do Concreto. Maceió, 2012.
- (3) AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C 876**: Standard test method for half-cell potentials of uncoated reinforced steel in concrete – (1999 reapproved 2009). Annual Book of ASTM Standard, 2009.
- (4) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto e Estruturas de Concreto. Rio de Janeiro, 2014.
- (5) CASCUDO, O. **Inspeção e diagnóstico de estruturas de concreto com problemas de corrosão da armadura**. In: ISAÍÁ, G.C. (ed.), **Concreto: Ensino, pesquisa e realizações** – São Paulo: IBRACON, 2005.
- (6) POLITO, G. **Corrosão em estruturas de concreto armado**: Causas, mecanismos, prevenção e recuperação. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte: 2006, 191 p.
- (7) HELENE, P. R. L.; MATOS, O.C. **Avaliação experimental da corrosão de armaduras em concreto utilizando a técnica de medidas dos potenciais de eletrodo**. São Paulo: EPUSP, 1992. São Paulo.